

記述問題（地学）

以下の問題1，問題2に答えよ。

問題1

図1は海，平野，山地からなるある地域の地形図である。山地から海にかけて河川が流れている。A，B，Cの3地点には運搬されてきた礫，砂，泥からなる碎屑物さいせつぶつが存在し，それらはその場所の地形的な環境を反映した特徴を持っている。

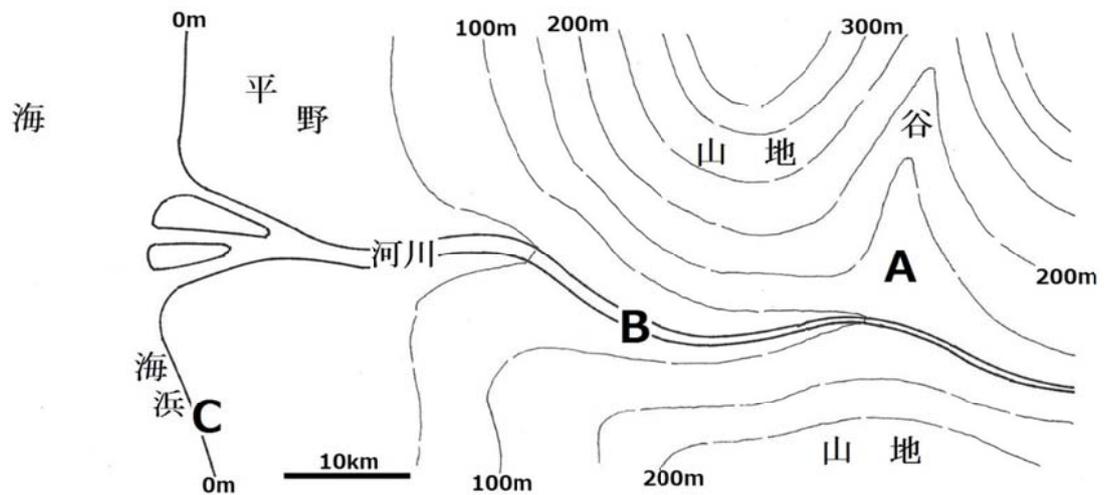


図1 ある地域の地形図 水域と陸域の境界は実線で，等高線は破線で示す。

A地点の地形と碎屑物（写真1a，写真1b）：



写真1a



写真1b

A地点は山地の一部で河川に合流する支流の谷にあたる。谷には水は常には流れておらず、
碎屑物は豪雨時の土石流によって運ばれてくる。

碎屑物は泥から砂、さらには大きさ2mm程度から1m以上の大きなサイズの礫からなる。礫
は角礫が多い。また礫はこの支流周辺に分布する優白色の花崗岩である。

B地点の地形と碎屑物（写真2a, 写真2b）：



写真2a



写真2b

B地点は河川の河原で、山地から開けた平野にはいる手前にある。写真2aでは水は流れて
いないが、降雨で増水した際には流水に覆われる。

碎屑物は大きさが1cm～5cmのサイズの礫が主体である。礫は円磨されている。礫の種類は
花こう岩礫のほか、安山岩、流紋岩、泥岩、砂岩、変成岩など多様である。

C地点の地形と碎屑物（写真3a, 写真3b）：



写真3a



写真3b

C地点は海浜である。写真の部分は満潮時には海水が達し、波の影響を受ける。
1mm程度のサイズが揃った砂からなる。写真3bの鎌で削った砂の層の淘汰度は良い。

なお碎屑物は礫、砂、泥に区別される。格子の間隔が2mmの篩ふるいに残るものが礫である。この篩を通る碎屑物は、格子の間隔が1/16mmの篩に残る砂と、より細かく篩を通る泥に分けられる。

礫の形は円磨度によって、図2に示すように円礫、亜円礫、亜角礫、角礫に区別できる。

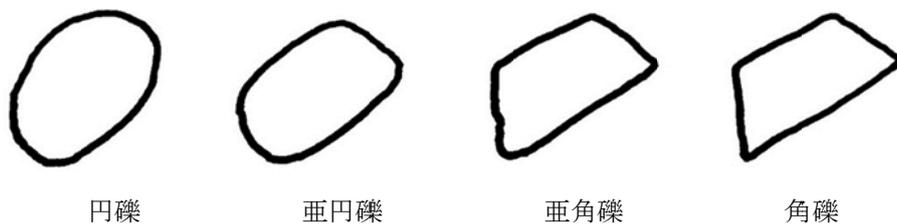


図2 円磨度による礫の形

図3が示すように碎屑物のサイズの良く揃ったものを淘汰が良いといい、その反対を悪いという。



図3 淘汰の程度を示す図

以上のA, B, C3地点の地形と碎屑物についての解説と、碎屑物のサイズ、淘汰度、礫の形の説明をもとに、次の問1～5に答えなさい。

問1 図3を参考にして、A地点の写真1bと、B地点の写真2bの碎屑物について、それぞれの淘汰の程度について、良いか悪いか判定し、その違いが生ずる理由を説明しなさい。

問2 A地点とB地点の礫の円磨度が異なる理由を述べなさい。

問3 A地点の礫は花崗岩のみであるのに対し、B地点の礫は多様な岩石種からなるのはな

ぜか。その理由を考察しなさい。

問4 C地点の碎屑物が砂からなり、さらに淘汰の良い理由を述べなさい。

問5 A地点、B地点、C地点のそれぞれの碎屑物について、サイズ・淘汰度・礫形（A地点、B地点について）がそのようになる理由について、地形的環境の違いを加えて解説しなさい。

問題 2

小惑星 X と、小惑星 X を周回する天体(衛星 Y)が見つかった。小惑星 X を観測したところ、小惑星 X の形は球で近似することができ、自転はその影響を考慮する必要がないほどに遅いことが確認された。

問1 衛星 Y の運動を観測したところ、衛星 Y は小惑星 X を中心に等速円運動していた。衛星 Y の運動は小惑星 X の重力だけで決まっているものとして、小惑星 X の質量 M (kg) を、表 1 にある記号を使って表わせ。ただし、衛星 Y の質量は小惑星 X の質量に比べて十分小さく無視できるものとする。

表 1

万有引力定数	G (N m ² kg ⁻²)
衛星 Y の軌道半径	a (m)
衛星 Y の公転周期	T (s)

問2 小惑星 X の大きさを測定したところ、その半径は R (m) であった。小惑星 X の表面における重力加速度 g (m s⁻²) を、表 2 にある記号を使って表わせ。

ただし、小惑星 X の密度 ρ (kg m⁻³) は

$$\rho = \frac{M}{V}$$

で定義されるものとする。ここで V (m³) は小惑星の体積(半径 R の球の体積)である。

表 2

万有引力定数	G (N m ² kg ⁻²)
小惑星 X の半径	R (m)
小惑星 X の密度	ρ (kg m ⁻³)

問3 小惑星 X の表面にある物体を、初速 v_0 (m s⁻¹) で真上に打ち上げることを考える。

初速 v_0 の値が大きくなると、物体は小惑星の重力を振り切って無限遠方へとび去る。そのような v_0 の最小値(脱出速度)を、表 2 にある記号を使って表わせ。

問4 小惑星 X の表面にある物質を回収することを考える。小惑星 X の表面にある質量 m (kg) のカプセルを、ばね定数 k (N m⁻¹) の軽いばねを使って脱出速度で打ち出すために必要な、ばねの変形量 z (m) を、表 2 と表 3 にある記号を使って表わせ。ただし、ばねを変形させるのに使われたエネルギーは全てカプセルの運動エネルギーに変換されるものとする。

表 3

カプセルの質量	m (kg)
ばね定数	k (N m ⁻¹)

問 5 表 4 にある数値を使って，以下の量を有効数字 1 桁で推定せよ。

- (a) 小惑星 X の質量 M (kg)
- (b) 小惑星 X の密度 ρ (kg m⁻³)
- (c) 小惑星 X からの脱出速度 v_0 (m s⁻¹)

表 4

万有引力定数	6.7×10^{-11} (N m ² kg ⁻²)
小惑星 X の半径	1.6×10^4 (m)
衛星 Y の軌道半径	1.0×10^5 (m)
衛星 Y の公転周期	36 (時間)

図2は大きさと自転速度の両方が観測された小惑星について、大きさと自転速度の関係を示したものである。直径100m程度より小さい小惑星は、自転周期の短いものと長いものの両方が存在しているのに対し、直径数100m以上の小惑星は、ある自転周期を境にしてそれよりも短い自転周期の小惑星が極端に少なくなっている。短い自転周期の小惑星が少ないのは、ラブルパイル天体が遠心力で分裂するためであると考えられている。ラブルパイル天体とは、岩塊がその重力によって緩くつながって形を成している天体で、ラブルパイル天体の内部には多くの隙間が存在し、天体の強度は低いと考えられている。

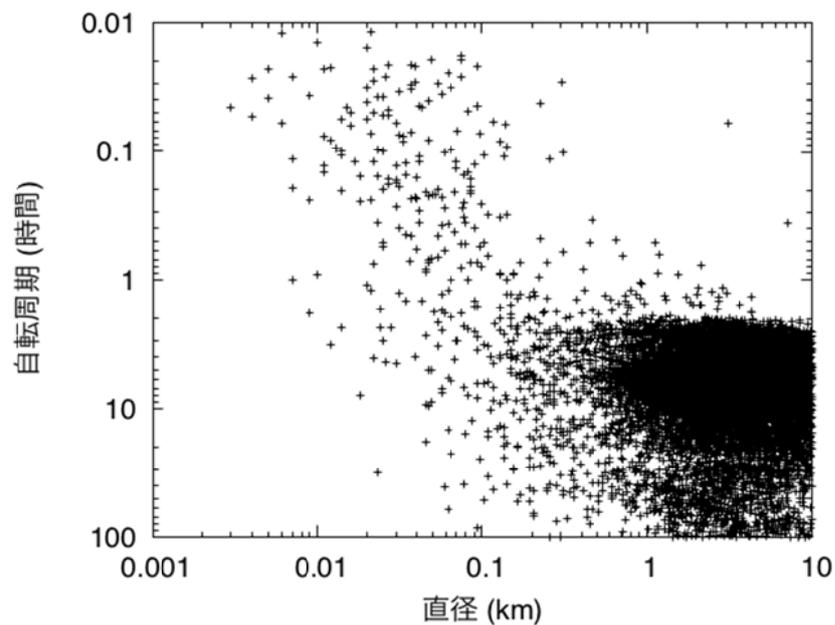


図 2

問6 ラブルパイル天体においては、天体表面にある物体に働く遠心力が重力よりも大きくなると、物体を重力でとどめておくことができなくなる。球形のラブルパイル天体について、赤道上にある物体に働く遠心力と重力の大きさが等しくなる自転周期 P (s) を、表5にある記号を使って表わせ。

表 5

万有引力定数	G ($\text{N m}^2 \text{kg}^{-2}$)
ラブルパイル天体の半径	R (m)
ラブルパイル天体の密度	ρ (kg m^{-3})

問7 図2からラブルパイル天体が分裂する自転周期を推定し、その自転周期を用いてラブルパイル天体の密度を有効数字1桁で推定せよ。ただし、ラブルパイル天体は球形をしているものとする。